



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 29 879 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 Q 9/27
H 01 Q 21/30
H 01 Q 1/32

②① Aktenzeichen: 199 29 879.3
②② Anmeldetag: 29. 6. 1999
②③ Offenlegungstag: 18. 1. 2001

DE 199 29 879 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Wixforth, Thomas, 31139 Hildesheim, DE;
Gschwendtner, Eberhard, 76135 Karlsruhe, DE;
Parlebas, Jean, 76327 Pfingsttal, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

GB 22 07 556 A
US 53 53 035
US 51 46 234

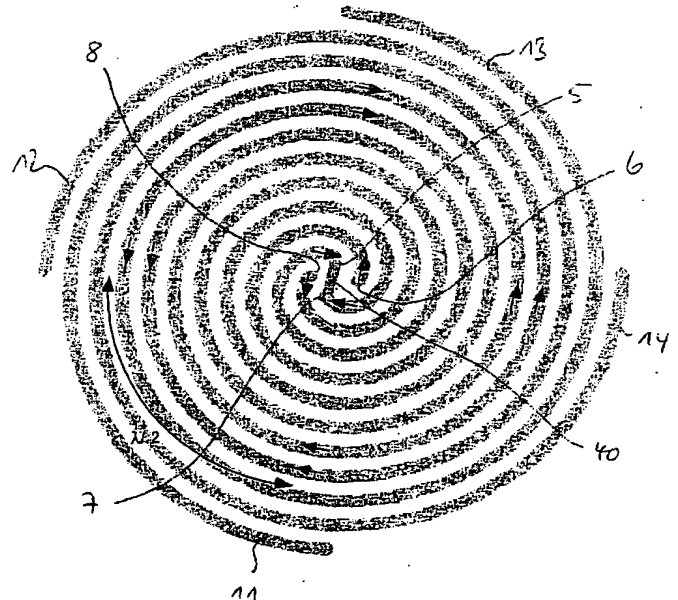
JP 62-176204 A. Pat. Abstr. of Jp., E-574, 1988,
Vol. 12/No. 17;
H. Nakano, Numerical Analysis of 4-arm
Archimedean
Spiral Antenna, in Electronics Letters Feb. 1983,
Vol. 19, No. 3, S.en 78 bis 80;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Spiralantenne

⑤⑦ Es wird eine Spiralantenne (1) vorgeschlagen, die in verschiedenen Modes mit unterschiedlichen Abstrahlcharakteristiken gespeist werden kann. Die Spiralantenne (1) umfaßt vier etwa parallel geführte und elektrisch leitfähige Spiralarms (11, 12, 13, 14). Die Spiralarms (11, 12, 13, 14) sind an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmsende (5, 6, 7, 8) an eine Koplanarleitung (2) zur Speisung und/oder zum Empfang von Signalen angeschlossen.



DE 199 29 879 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Spiralantenne nach der Gattung des Hauptanspruchs aus.

Aus dem Buch "Four-Arm Spiral Antennas" von R. G. Corzine, J. A. Moskos, Artech House, 1990 sind bereits vierarmige Spiralantennen bekannt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Spiralantenne mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Spiralarme an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmende an eine Koplanarleitung zur Speisung und/oder zum Empfang von Signalen angeschlossen sind. Durch Verwendung der Koplanarleitung kann auf Speisernetzwerke zur Einstellung der Phasenlagen an den Einspeisepunkten der Spiralantenne beziehungsweise zur Symmetrierung oder Asymmetrierung des einzuspeisenden elektrischen Feldes verzichtet und damit Aufwand eingespart werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Spiralantenne durch die Verwendung der Koplanarleitung sowohl in einem ersten Mode zur Erzeugung einer omnidirektionalen Abstrahlcharakteristik als auch in einem zweiten Mode zu Erzeugung einer gerichteten Abstrahlcharakteristik senkrecht zur Spiralebene betrieben werden kann. Auf diese Weise läßt sich die Spiralantenne als Kombinationsantenne für verschiedene Funkdienste nutzen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Spiralantenne möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Koplanarleitung und die Spiralantenne auf verschiedenen Trägermaterialien aufgebracht werden können. Der Übergang von der Koplanarleitung zur Spiralantenne ist unabhängig von einem eventuellen Sprung der Dielektrizitätskonstanten. Damit kann ein niederpermittives Trägermaterial für die Spiralantenne gewählt werden, womit eine gute Abstrahlung erreicht wird. Gleichzeitig kann ein hochpermittives Trägermaterial für die Koplanarleitung gewählt werden, wodurch eine Reduktion der Länge der Koplanarleitung ermöglicht und eine parasitäre Abstrahlung von der Koplanarleitung unterdrückt wird, so daß die Koplanarleitung vom Strahlungsfeld der Spiralantenne unabhängig gemacht werden kann.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Koplanarleitung zumindest teilweise als Taper ausgebildet ist. Auf diese Weise ist kein zusätzliches Netzwerk zur Anpassung der Impedanz der Koplanarleitung an die Eingangsimpedanz der Spiralantenne erforderlich.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen **Fig. 1** eine dreidimensionale Ansicht einer Spiralantenne mit einer Koplanarleitung, **Fig. 2** eine Draufsicht auf eine getaperte Koplanarleitung, **Fig. 3** eine Draufsicht auf eine Spiralantenne mit Stromvektoren für einen omnidirektionalen Strahlungsmodus, **Fig. 4** eine Spiralantenne mit Stromvektoren für einen Strahlungsmodus mit gerichteter Abstrahlung, **Fig. 5** ein Dreitor mit symmetrischer elektrischer Feldverteilung und **Fig. 6** ein Dreitor mit asymmetrischer elektrischer Feldverteilung.

In **Fig. 1** kennzeichnet **1** eine Spiralantenne, die einen ersten Spiralarm **11**, einen zweiten Spiralarm **12**, einen dritten Spiralarm **13** und einen vierten Spiralarm **14** umfaßt. Im Zentrum der Spiralantenne weist der erste Spiralarm **11** ein erstes inneres Spiralarmende **5**, der zweite Spiralarm **12** ein zweites inneres Spiralarmende **6**, der dritte Spiralarm **13** ein drittes inneres Spiralarmende **7** und der vierte Spiralarm **14** ein viertes inneres Spiralarmende **8** auf. Das dritte innere Spiralarmende **7** ist aufgrund der perspektivischen Darstellung in **Fig. 1** nicht erkennbar, ist jedoch in der Draufsicht gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt. Die vier Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** sind etwa parallel geführt. Weiterhin kennzeichnet in **Fig. 1**, **2** eine Koplanarleitung mit einem ersten Innenleiter **21**, einer ersten Bezugspotentialfläche **22** und einer zweiten Bezugspotentialfläche **23**. Die vier Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** sind aus elektrisch leitfähigem Material gebildet und auf einem ersten Trägermaterial **45** aufgebracht. Die Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** können beispielsweise aus einem Metall gebildet sein. Der erste Innenleiter **21**, die erste Bezugspotentialfläche **22** und die zweite Bezugspotentialfläche **23** sind ebenfalls aus elektrisch leitfähigem Material ausgebildet und auf einem zweiten Trägermaterial **50** aufgebracht. Bei dem ersten Trägermaterial **45** und dem zweiten Trägermaterial **50** kann es sich um das gleiche Trägermaterial handeln. Das erste Trägermaterial **45**, kann jedoch vom zweiten Trägermaterial **50** auch verschieden sein. Über eine elektrisch leitfähige erste Brücke **40**, die beispielsweise auf das erste Trägermaterial **45** aufgebracht ist, ist das erste innere Spiralarmende **5** mit dem dritten inneren Spiralarmende **7** elektrisch leitend verbunden. Dabei liegen das erste innere Spiralarmende **5** und das dritte innere Spiralarmende **7** gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** einander gegenüber. Auch das zweite innere Spiralarmende **6** und das vierte innere Spiralarmende **8** liegen gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** einander gegenüber, ohne jedoch durch eine elektrisch leitfähige Brücke miteinander verbunden zu sein. Die Speisung der Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** mit von der Spiralantenne **1** abstrahlenden Signalen erfolgt über die entsprechenden inneren Spiralarmenden **5**, **6**, **7**, **8** und die Koplanarleitung **2**. Gemäß **Fig. 1** ist die Koplanarleitung **2** senkrecht zur Ebene der Spiralantenne **1** angeordnet und in die Mitte der Spiralantenne **1** geführt. Dabei ist der erste Innenleiter **21** elektrisch leitend mit der ersten Brücke **40** verbunden. Die erste Bezugspotentialfläche **22** ist elektrisch leitend mit dem zweiten inneren Spiralarmende **6** verbunden. Die zweite Bezugspotentialfläche **23** ist elektrisch leitend mit dem vierten inneren Spiralarmende **8** verbunden. Die Koplanarleitung **2** dient zur Speisung der Spiralantenne **1** mit von der Spiralantenne **1** abstrahlenden Signalen und kann zusätzlich oder alternativ auch zum Empfang von Signalen durch die Spiralantenne **1** verwendet werden.

Die Spiralantenne **1** wird als selbstkomplementär bezeichnet, wenn ihre Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** bei einer Drehung um 45° vollständig auf die Bereiche abgebildet werden, die vor der Drehung die Freiräume zwischen den Spiralarmen **11**, **12**, **13**, **14** bildeten. Entsprechend werden bei einer solchen Drehung die vor der Drehung bestehenden Freiräume vollständig auf Bereiche abgebildet, die vor der Drehung die Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** bildeten. Die Drehachse geht in beiden Fällen durch die Mitte der Spiralantenne **1**, senkrecht zur Ebene der Spiralantenne **1**, und wird im folgenden als Mittelachse bezeichnet.

Wenn die Breite der Spiralarme **11**, **12**, **13**, **14** so gewählt ist, daß die Spirale selbstkomplementär ist, dann ergibt sich eine Eingangsimpedanz an den inneren Spiralarmenden **5**, **6**, **7**, **8** von 94Ω . Die Eingangsimpedanz steigt mit dünner wer-

denden Spiralarmen und sinkt mit breiteren Spiralarmen, jeweils im Verhältnis zur Breite der Freiräume zwischen den Spiralarmen 11, 12, 13, 14. Die Anpassung dieser Impedanz an die herkömmlich geforderte Impedanz von $50\ \Omega$ erfordert eine Impedanztransformation, die beispielsweise durch Taperung der Koplanarleitung 2 erzielt werden kann. In Fig. 2 ist die Koplanarleitung 2 nochmals allein dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Fig. 1 kennzeichnen. Gemäß Fig. 1 und Fig. 2 verbreitern sich der erste Innenleiter 21, die erste Bezugspotentialfläche 22 und die zweite Bezugspotentialfläche 23 ausgehend von den Anschlüssen an die Spiralantenne 1 in Richtung zu einem in Fig. 1 und Fig. 2 nicht dargestellten Speise- und/oder Empfangsnetzwerk auf der der Spiralantenne 1 abgewandten Seite der Koplanarleitung 2. Die Verbreiterung ist dabei gemäß Fig. 1 und Fig. 2 linear, so daß sich eine lineare Taperung der Koplanarleitung 2 ergibt. Es kann jedoch auch eine nichtlineare Taperung der Koplanarleitung vorgesehen sein, beispielsweise eine exponentielle Taperung. Die Länge, auf der die Koplanarleitung 2 getapert ist, muß mindestens ein Viertel der Wellenlänge der mittleren Betriebsfrequenz der Spiralantenne 1 betragen. Je nachdem, wie breit die Spiralarme 11, 12, 13, 14 sind und welche Eingangsimpedanz sich dadurch an den inneren Spiralarmenden 5, 6, 7, 8 ergibt, kann durch entsprechende Taperung der Koplanarleitung 2 diese Eingangsimpedanz an die geforderten $50\ \Omega$ angepaßt werden, so daß durch die Taperung die Koplanarleitung 2 flexibel an die Geometrie der Spiralantenne 1 angepaßt werden kann.

Über die Koplanarleitung 2 kann die Spiralantenne 1 auf einfache Weise zum Abstrahlen von Signalen gespeist werden, wobei zwei verschiedene Abstrahlcharakteristiken erzeugt werden können. Zum einen ist dies eine omnidirektionale Abstrahlcharakteristik mit einer Nullstelle senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1. Die omnidirektionale Abstrahlcharakteristik ist besonders vorteilhaft für den mobilen Einsatz mit terrestrischen Funkdiensten geeignet. Zum anderen ist dies eine Abstrahlcharakteristik mit einer Hauptstrahlrichtung senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1, die unter Verwendung von zirkularer Polarisierung für den Einsatz mit satellitengestützten Navigations- u. Kommunikationsdiensten besonders geeignet ist. Mit der Spiralantenne 1 läßt sich also ein erster oder omnidirektionaler Mode mit einer omnidirektionalen Abstrahlcharakteristik und ein zweiter oder Zenit-Mode mit einer Abstrahlcharakteristik, die eine Hauptstrahlrichtung senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 aufweist und im folgenden als Zenit-Strahlung bezeichnet wird, realisieren.

Zur Erläuterung der Erzeugung der verschiedenen Modes oder Abstrahlcharakteristiken ist in Fig. 3 und Fig. 4 dieselbe Spiralantenne 1 dargestellt, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente kennzeichnen. Die Einfach-Pfeile in den Fig. 3 und 4 geben dabei Stromvektoren auf den Spiralarmen 11, 12, 13, 14 in einer Momentaufnahme wieder. In Fig. 3 ist dabei eine Stromverteilung für den omnidirektionalen Mode dargestellt, während in Fig. 4 eine Stromverteilung für den Zenit-Mode gezeigt ist.

Beim omnidirektionalen Mode gemäß Fig. 3 werden der erste Spiralarm 11 und der dritte Spiralarm 13 gleichphasig gespeist. Auch der zweite Spiralarm 12 und der vierte Spiralarm 14 werden gleichphasig gespeist, jedoch um 180° phasenverschoben gegenüber dem ersten Spiralarm 11 und dem dritten Spiralarm 13. Dies ist durch die Richtung der Stromvektoren an den inneren Spiralarmenden 5, 6, 7, 8, also an den Einspeisepunkten, gemäß der in Fig. 3 skizzierten Momentaufnahme der Stromverteilung dargestellt. Gemäß Fig. 3 sind dabei die Stromvektoren benachbarter Spiralarme an deren inneren Spiralarmenden jeweils gegenphasig,

also um 180° phasenverschoben. Mit Hilfe dieser Stromverteilung an den Einspeisepunkten und geometrischer Betrachtungen läßt sich eine Abstrahlregion der Spiralantenne 1 bestimmen. Die Spiralantenne 1 strahlt dort ab, wo Ströme in benachbarten Spiralarmen in Phase sind. Aufgrund der unterschiedlichen Weglängen der Spiralarme von einem ersten festen Winkel ϕ_0 bis zu einem zweiten festen Winkel ϕ_1 verändert sich der Phasenunterschied zwischen den in benachbarten Spiralarmen laufenden Wellen. Dabei sind die beiden festen Winkel ϕ_0 , ϕ_1 in einem zylindrischen Koordinatensystem definiert, dessen Mittelachse senkrecht durch die Mitte der Spiralantenne 1 läuft. Der Phasenunterschied von 180° zwischen benachbarten Spiralarmen an den Einspeisepunkten beziehungsweise an den inneren Spiralarmenden in der Mitte der Spiralantenne wird bei einem ersten Radius r_1 auf 0° reduziert.

Gleichphasigkeit zwischen benachbarten Spiralarmen kann bei einem Wegunterschied von einer Wellenlänge λ oder einem Vielfachen der Wellenlänge λ zwischen punktsymmetrisch zur Mittelachse der Spiralantenne 1 einander gegenüberliegenden Punkten dieser Spiralarme erreicht werden, da Ströme an solchen punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten unabhängig von deren Abstand zur Mitte der Spiralantenne 1 in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet sind. Dieser Wegunterschied entspricht dabei der zwischen den gegenüberliegenden Punkten zurückzulegende Strecke auf den benachbarten Spiralarmen. An diesen einander gegenüberliegenden Punkten der Spiralarme sind die Ströme dann wie in Fig. 3 dargestellt in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet. Bei der unter dieser Bedingung am nächsten zur Mitte der Spiralantenne 1 liegenden Abstrahlregion der Spiralantenne 1 entspricht der genannte Wegunterschied der Wellenlänge λ . Damit tritt die Abstrahlung dort auf, wo der Umfang der Spiralarme 2λ beträgt, wobei λ die Wellenlänge der Welle auf den Spiralarmen ist. Da der erste Radius r_1 nicht größer sein kann als der Radius r der Spiralantenne 1 ist mit

$$2\lambda = 2\pi r_1 = 2\pi r$$

eine Grenzbedingung gegeben. Daraus ergibt sich eine erste untere Grenzfrequenz $f_{\min 1}$ der Spiralantenne 1 im omnidirektionalen Mode zu

$$f_{\min 1} = c/(\pi r).$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle auf der Spiralantenne 1 ist mit c angegeben. Die Spiralantenne 1 strahlt im omnidirektionalen Mode nur oberhalb der ersten unteren Grenzfrequenz $f_{\min 1}$ ab. Aufgrund der Tatsache, daß Ströme an punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten in entgegengesetzte Raumrichtungen gerichtet sind, heben sich die Strahlungsbeiträge dieser Ströme senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 auf und überlagern sich konstruktiv in Richtungen parallel zur Ebene der Spiralantenne 1. Dadurch wird der omnidirektionale Strahlungsmodus erzielt.

In Fig. 3 ist der halbe für die Abstrahlung erforderliche Wegunterschied durch einen Doppelpfeil dargestellt, wobei der halbe Wegunterschied der halben Wellenlänge $\lambda/2$ entspricht, wobei bei Zurücklegung dieses Weges auf den benachbarten Spiralarmen eine Umkehr der Phasenlage erfolgt, wie an der Umkehrung der Stromvektoren in Fig. 3 dargestellt ist.

Beim Zenit-Mode gemäß Fig. 4 werden der zweite Spiralarm 12 und der vierte Spiralarm 14 mit 180° Phasendifferenz gespeist, während der erste Spiralarm 11 und der dritte Spiralarm 13, die über die erste Brücke 40 mit dem ersten Innenleiter 21 der Koplanarleitung 2 verbunden sind, auf ei-

nem festen Null-Potential in der Mitte zwischen den Potentialen auf dem zweiten Spiralarm 12 und dem vierten Spiralarm 14 liegen. Damit ergibt sich nur auf dem zweiten Spiralarm 12 und dem vierten Spiralarm 14 eine Stromverteilung, die durch die Einfachpfeile gemäß Fig. 4 angegeben ist, während auf dem ersten Spiralarm 11 und dem dritten Spiralarm 13 kein Strom fließt, wobei Koppelströme von benachbarten stromführenden Spiralarmen nicht berücksichtigt werden sollen. Ebenfalls mit Hilfe der Stromverteilung an den durch das zweite innere Spiralarmende 6 und das vierte innere Spiralarmende 8 gebildeten Einspeisepunkten und geometrischen Betrachtungen wie im Fall des omnidirektionalen Modus läßt sich beim Zenit-Mode die Abstrahlregion bestimmen. Abstrahlung tritt auch beim Zenit-Mode dort auf, wo Ströme in benachbarten Spiralarmen, auch wenn diese durch einen stromlosen weiteren Spiralarm getrennt sind, in Phase sind. Die Ströme in benachbarten, nur durch den ersten Spiralarm 11 oder den dritten Spiralarm 13 getrennten Spiralarmen 12, 14 sind dann in Phase, wenn der Wegunterschied auf dem zweiten Spiralarm 12 beziehungsweise auf dem vierten Spiralarm 14 zwischen punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten $\lambda/2$ oder ungeradzahlig Vielfache davon beträgt. Da die Ströme an den einander gegenüberliegenden Einspeisepunkten beziehungsweise am zweiten inneren Spiralarmende 6 und am vierten inneren Spiralarmende 8 in dieselbe Raumrichtung weisen, weisen unter der genannten Bedingung für den Wegunterschied die Ströme an allen jeweils punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten des zweiten Spiralarms 12 und des vierten Spiralarms 14 in dieselbe Raumrichtung, so daß der Phasenunterschied auf dem zweiten Spiralarm 12 beziehungsweise auf dem vierten Spiralarm 14 zwischen diesen punktsymmetrisch gegenüberliegenden Punkten 180° beträgt. Also tritt Abstrahlung bei einem zweiten Radius r_2 auf, bei dem der Umfang des zweiten Spiralarms 12 beziehungsweise des vierten Spiralarms 14 gleich der Wellenlänge λ ist. Die Grenzbedingung wird auch hier dadurch gegeben, daß der zweite Radius r_2 nicht größer werden kann, als der Radius r der Spiralantenne 1. Also wird eine zweite untere Grenzfrequenz $f_{\min 2}$ durch

$$\lambda = 2\pi r_2 = 2\pi r$$

hergeleitet und durch

$$f_{\min 2} = c/(2\pi r)$$

definiert. Aufgrund der Tatsache, daß Ströme an punktsymmetrisch einander gegenüberliegenden Punkten des zweiten Spiralarms 12 beziehungsweise des vierten Spiralarms 14 in gleiche Raumrichtung gerichtet sind, überlagern sich die Strahlungsbeiträge der Ströme senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 konstruktiv. Dadurch wird eine Abstrahlcharakteristik mit einem Maximum senkrecht zur Ebene der Spiralantenne 1 erzielt, die als Zenit-Strahlung bezeichnet wird.

Gemäß den Fig. 3 und 4 wurde eine Spiralantenne in Form einer archimedischen Spirale beschrieben. Die Form der Spiralantenne 1 ist jedoch nicht auf rein archimedische Spiralen beschränkt. Die Spiralstruktur kann beispielsweise auch logarithmisch-periodisch sein.

Die Möglichkeit der Erzeugung der beiden Moden mit der Koplanarleitung 2 zur Speisung der Spiralantenne 1 wird im folgenden anhand der Fig. 5 und der Fig. 6 erläutert. In Fig. 5 kennzeichnet 55 ein sogenanntes Drei-Tor mit einem ersten Tor 60, einem zweiten Tor 65 und einem dritten Tor 70. Das Drei-Tor 55 umfaßt ein drittes Trägermaterial 75, das gleich oder verschieden zum ersten Trägermaterial

45 beziehungsweise zum zweiten Trägermaterial 50 sein kann. Auf diesem dritten Trägermaterial 75 ist ein zweiter Innenleiter 30 und senkrecht dazu ein dritter Innenleiter 31 angeordnet, wobei der zweite Innenleiter 30 und der dritte Innenleiter 31 galvanisch voneinander getrennt sind und somit nicht in elektrisch leitfähigem Kontakt zueinander stehen. Das Drei-Tor 55 umfaßt ferner eine dritte Bezugspotentialfläche 35 und eine vierte Bezugspotentialfläche 36. Der zweite Innenleiter 30, der dritte Innenleiter 31, die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 sind elektrisch leitfähig, beispielsweise metallisch, ausgebildet. Der zweite Innenleiter 30 und der dritte Innenleiter 31 sind durch das dritte Trägermaterial 75 elektrisch von der dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten Bezugspotentialfläche 36 in Form eines den jeweiligen Innenleiter 30, 31 umgebenden Schlitzes isoliert. Der zweite Innenleiter 30 teilt das Dreitors 55 in eine linke und eine rechte Hälfte auf. In der linken Hälfte verläuft der dritte Innenleiter 31 senkrecht zum zweiten Innenleiter 30. Die dritte Bezugspotentialfläche 35 befindet sich ausschließlich in der linken Hälfte des Dreitors 55. Die vierte Bezugspotentialfläche 36 befindet sich ausschließlich in der rechten Hälfte des Dreitors 55. Das erste Tor 60 des Dreitors 55 ist an das der Spiralantenne 1 abgewandte Ende der Koplanarleitung 2 angeschlossen, wobei der zweite Innenleiter 30 mit dem ersten Innenleiter 21 verbunden ist. Die dritte Bezugspotentialfläche 35 ist mit der zweiten Bezugspotentialfläche 23 am ersten Tor 60 verbunden. Die vierte Bezugspotentialfläche 36 ist am ersten Tor 60 mit der ersten Bezugspotentialfläche 22 verbunden. An dem ersten Tor 60 gegenüberliegenden Ende des zweiten Innenleiters 30 umfaßt der Drei-Tor 55 das zweite Tor 65, daß ebenfalls aus dem ersten Innenleiter 30, der dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten Bezugspotentialfläche 36 gebildet wird und zur Einspeisung von Signalen für den omnidirektionalen Mode dient. Das dritte Tor 70 wird gebildet durch den dritten Innenleiter 31 und die dritte Bezugspotentialfläche 35 und dient der Einspeisung von Signalen zur Abstrahlung im Zenit-Mode. Über eine zweite elektrisch leitfähige, beispielsweise metallische Brücke 32 sind die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 elektrisch leitend miteinander verbunden. Durch eine dritte elektrisch leitfähige, beispielsweise metallische Brücke 33 ist der dritte Innenleiter 31 mit der vierten Bezugspotentialfläche 36 elektrisch leitend verbunden. Die zweite Brücke 32 ist dabei von der dritten Brücke 33 in Richtung zum zweiten Tor 65 hin beabstandet.

Die Erzeugung der omnidirektionalen Abstrahlcharakteristik wird dadurch erreicht, daß die elektrische Feldverteilung auf der speisenden Koplanarleitung 2 symmetrisch ist. Dies entspricht dem sogenannten "Odd Mode". Diese symmetrische elektrische Feldverteilung ist in einer Momentaufnahme gemäß Fig. 5 durch Pfeile in den durch das dritte Trägermaterial 75 gebildeten Schlitzes zwischen der dritten Bezugspotentialfläche 35 beziehungsweise der vierten Bezugspotentialfläche 36 und dem zweiten Innenleiter 30 dargestellt. Die zweite Brücke 32, die die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 zu beiden Seiten des zweiten Innenleiters 30 auf gleichem Potential hält, wirkt dabei nicht störend, da beim "Odd Mode" die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 von vornherein auf gleiches Potential gelegt werden. Damit ist die dritte Brücke 33, die die vierte Bezugspotentialfläche 36 mit dem dritten Innenleiter 31 verbindet, ebenfalls nicht störend, da sie den dritten Innenleiter 31 ebenfalls auf das Potential der vierten Bezugspotentialfläche 36 legt. Der dritte Innenleiter 31 ist somit vom zweiten Innenleiter 30 entkoppelt.

Die Erzeugung des Zenit-Modus auf der Spiralantenne 1

wird durch eine asymmetrische elektrische Feldverteilung auf der speisenden Kopplanarleitung 2 und dem zweiten Innenleiter 30 erreicht. Fig. 6 skizziert diese Feldverteilung, die als "Even-Mode" bezeichnet wird, mit entsprechenden Pfeilen in den durch das dritte Trägermaterial 75 gebildeten Schlitzen zwischen der dritten Bezugspotentialfläche 35 beziehungsweise der vierten Bezugspotentialfläche 36 und dem zweiten Innenleiter 30. In Fig. 6 kennzeichnen dabei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Fig. 5, da es sich um dasselbe Drei-Tor 55 handelt. Die asymmetrische elektrische Feldverteilung kann durch die beschriebene Anordnung des zweiten Innenleiters 30, des dritten Innenleiters 31, der zweiten Brücke 32 und der dritten Brücke 33 auf dem Drei-Tor 55 erzeugt werden. Dabei wird am dritten Tor 70 der "Odd-Mode" erzeugt, der zu einer symmetrischen elektrischen Feldverteilung zwischen dem dritten Innenleiter 31 und der dritten Bezugspotentialfläche 35 führt, wie durch die Pfeile in den durch das dritte Trägermaterial 75 gebildeten Schlitzen zwischen der dritten Bezugspotentialfläche 35 und dem dritten Innenleiter 31 gemäß Fig. 6 dargestellt ist. Die Kopplung des einfach zu erzeugenden "Odd Modes" vom dritten Tor 70 zum ersten Tor 60 wird in "Uniplanar MMIC-A Proposed New MMIC Structure" von Thirorota, Y. Tarusawa, H. Agawa, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technics, vol. 35, no. 6, pp. 576-581, June 1987 beschrieben. Der am dritten Tor 70 erzeugte "Odd Mode" erzeugt einen Potentialunterschied zwischen dem dritten Innenleiter 31 und der dritten Bezugspotentialfläche 35. Die vierte Bezugspotentialfläche 36 ist durch die dritte Brücke 33 auf dem gleichen Potential wie der dritte Innenleiter 31. Dadurch entsteht ein Potentialunterschied zwischen der dritten Bezugspotentialfläche 35 und der vierten Bezugspotentialfläche 36. Dieser Potentialunterschied ruft den "Even Mode" hervor, der sich in beide Richtungen zwischen dem ersten Tor 60 und dem zweiten Tor 65 ausbreitet. Zur Unterdrückung der Ausbreitung des "Even Mode" in Richtung des zweiten Tors 65 und damit in Richtung der Einspeisung für den omnidirektionalen Mode ist die zweite Brücke 32 vorgesehen, die die dritte Bezugspotentialfläche 35 und die vierte Bezugspotentialfläche 36 auf gleichem Potential hält und damit die Ausbreitung des "Even Mode" unterdrückt. Dieser wird an der zweiten Brücke 32 reflektiert und breitet sich in entgegengesetzte Richtung zum ersten Tor 60 aus. Bei Anbringen der zweiten Brücke 32 in einem Abstand einer viertel Wellenlänge von der dritten Brücke 33 bezogen auf die mittlere verwendete Betriebsfrequenz überlagern sich der an der zweiten Brücke 32 reflektierte "Even-Mode" und der vom dritten Tor 70 direkt in Richtung zum ersten Tor 60 eingekoppelte "Even Mode" konstruktiv und breiten sich als "Even-Mode" in Richtung zum ersten Tor 60 und damit zur Spiralantenne 1 aus.

Auf diese Weise ist das dritte Tor 70 vom zweiten Tor 65 entkoppelt. Da die beschriebene Funktionsweise sowohl für das Senden als auch für den Empfang mit der Spiralantenne 1 gilt, können am zweiten Tor 65 und am dritten Tor 70 zwei voneinander entkoppelte Signale empfangen werden, die aus verschiedenen Raumrichtungen auf die Spiralantenne 1 treffen.

Die Erzeugung des omnidirektionalen Modes mit der beschriebenen kombinierten Speisung erfolgt frequenzunabhängig, während abhängig durch die Position der zweiten Brücke 32 die Erzeugung des Zenit-Modes auf bestimmte Frequenzbänder begrenzt ist. Dabei kann über das Drei-Tor 55 gleichzeitig der omnidirektionale Mode und der Zenit-Mode gespeist werden. Auch ein gleichzeitiges Empfangen im omnidirektionalen Mode und im Zenit-Mode ist mit dem beschriebenen Drei-Tor 55 möglich. Auch das gleichzeitige Senden im einen und Empfangen im entsprechend anderen

Mode ist mit dem beschriebenen Drei-Tor 55 möglich.

Die untere Grenzfrequenz für die Abstrahlung von der Spiralantenne 1 im omnidirektionalen Mode oder im Zenit-Mode wird auch durch die Länge der Taperung auf der Kopplanarleitung 2 beeinflusst. Dabei kann die untere Grenzfrequenz gesenkt werden, wenn die Taperung auf der Kopplanarleitung 2 verlängert wird.

Der Übergang von der Kopplanarleitung 2 auf die Spiralantenne 1 ist unabhängig vom Sprung in der Dielektrizitätskonstanten der Trägermaterialien. Dabei kann ein niederpermittives erstes Trägermaterial 45 für die Spiralantenne 1 gewählt werden, womit gute Abstrahlung erreicht wird, bei gleichzeitiger Wahl eines hochpermittiven zweiten Trägermaterials 50 für die Kopplanarleitung 2, was eine Längenreduktion der Kopplanarleitung 2 ermöglicht und parasitäre Abstrahlung von der Kopplanarleitung 2 unterdrückt beziehungsweise die Kopplanarleitung 2 vom Strahlungsfeld der Spiralantenne 1 unabhängig macht.

Die Spiralantenne 1 ist insbesondere für den flachen Einbau in die Karosserie eines Kraftfahrzeugs geeignet, insbesondere in das Dach oder in den Kofferraumdeckel des Kraftfahrzeugs, da hiermit ein aerodynamischer und ästhetischer Einbau realisiert werden kann. Auf diese Weise ergibt sich eine einfache, lochlose Montage der Spiralantenne in die Karosserie des Kraftfahrzeugs, wodurch Korrosionsherde in der Karosserie vermieden werden.

Patentansprüche

1. Spiralantenne (1) mit vier etwa parallel geführten und elektrisch leitfähigen Spiralarmlen (11, 12, 13, 14), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spiralarmlen (11, 12, 13, 14) an ihrem jeweiligen inneren Spiralarmlende (5, 6, 7, 8) an eine Kopplanarleitung (2) zur Speisung und/oder zum Empfang von Signalen angeschlossen sind.
2. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplanarleitung (2) einen Innenleiter (21; 30) und mindestens eine Bezugspotentialfläche (22, 23; 35, 36) umfaßt, wobei der Innenleiter (21; 30) und die mindestens eine Bezugspotentialfläche (22, 23; 35, 36) jeweils mit zwei der vier inneren Spiralarmlenden (5, 6, 7, 8) verbunden ist.
3. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplanarleitung (2) senkrecht zur Ebene der Spiralantenne (1) angeordnet ist.
4. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplanarleitung (2) und die Spiralantenne (1) auf verschiedenem Trägermaterial (45, 50) aufgebracht sind.
5. Spiralantenne (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplanarleitung (2) und die Spiralantenne (1) auf gleichem Trägermaterial aufgebracht sind.
6. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplanarleitung (2) zumindest teilweise als Taper ausgebildet ist.
7. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralantenne (1) in Form einer archimedischen Spirale oder als logarithmische Spirale ausgeführt ist.
8. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speisung der Spiralantenne (1) mit symmetrischer elektrischer Feldverteilung auf der Kopplanarleitung (2) erfolgt, so daß sich eine omnidirektionale Abstrahlcharakteristik ergibt.
9. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speisung

der Spiralantenne (1) mit asymmetrischer elektrischer Feldverteilung auf der Koplanarleitung (2) erfolgt, so daß sich eine gerichtete Abstrahlcharakteristik ergibt.

10. Spiralantenne (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralantenne (1) in oder auf der Karosserie eines Fahrzeugs angeordnet ist. 5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

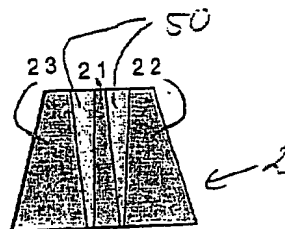
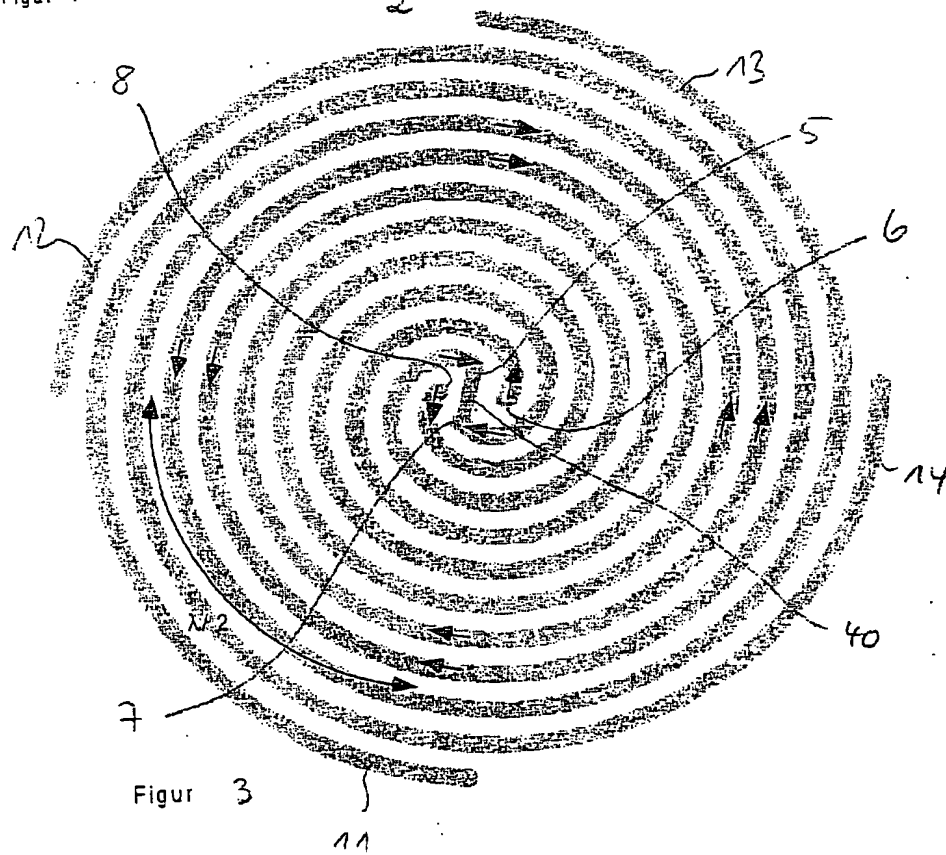
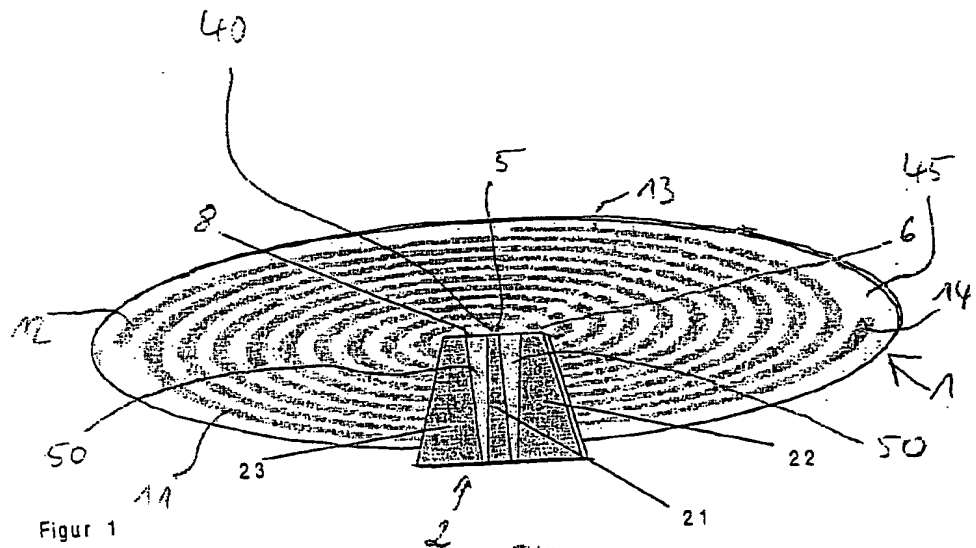
45

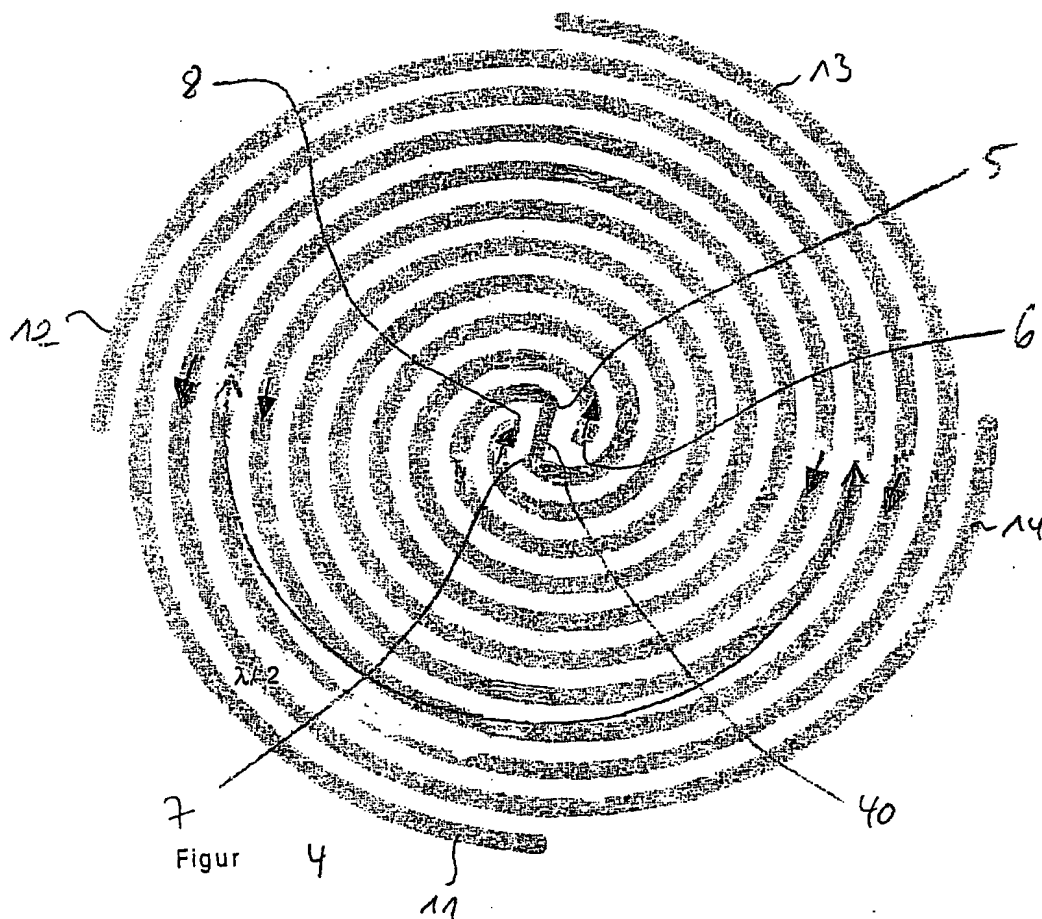
50

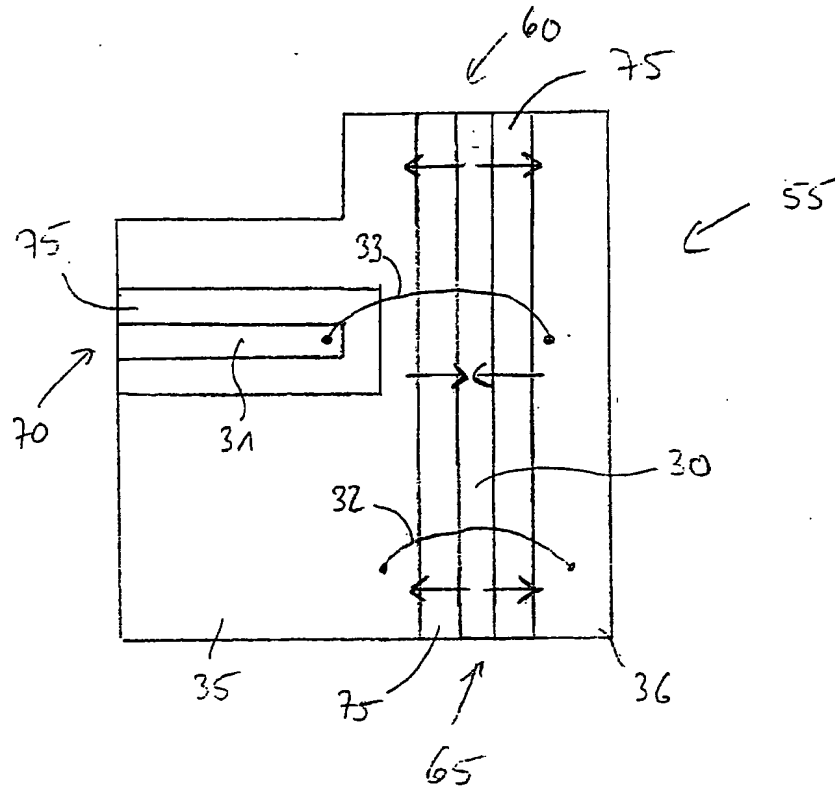
55

60

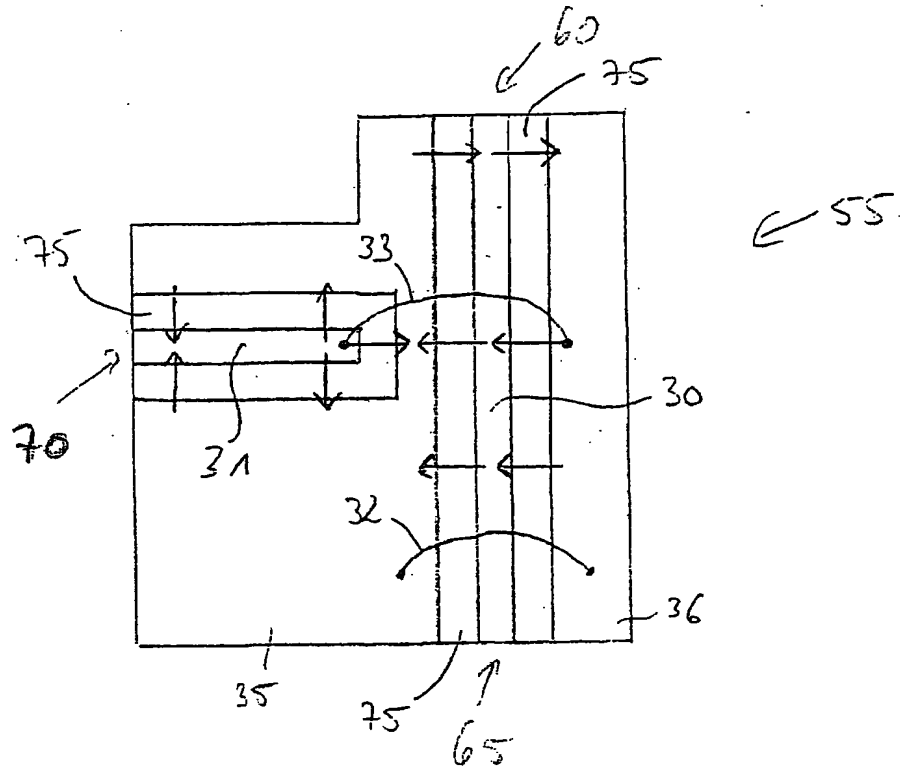
65







Figur 5



Figur 6